

Секция 1

ПЕРЕРАБОТКА И ХРАНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

УДК 665.584: 615.454.1

Грининг К.Р., Губеня О.О., кандидат технических наук, доцент
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА СВЕРХТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНОЙ БИСЕРНОЙ МЕЛЬНИЦЕ

Тонкое и сверхтонкое измельчение необходимо для материалов, которые имеют неудовлетворительный дисперсный состав и должны обеспечивать необходимый лечебный или колориметрический эффект в фармацевтической и косметической отрасли. Обратите внимание, что готовый продукт бисерной мельницы – это суспензия.

Для проведения исследования были взяты следующие материалы: касторовое масло фармацевтическое, пигмент красный 120 железоокисный.

Касторовое масло фармацевтическое – натуральное растительное масло из плодов клещевины обыкновенной. Прозрачная, густая, вязкая, бесцветная или чуть желтоватого цвета жидкость. Стабильное вещество. Динамическая вязкость при 20° С – 1,0 Па·с, при 40° С – 0,2 Па·с. Относительная плотность при 25° С – 955–968 кг/м³. В фармации используется в кремах и мазях как составляющая вещество. Входит в состав многих косметических средств т.к. процесс седиментации суспензии значительно замедляется.

Пигмент красный 120 железоокисный представляет собой дисперсную систему оксида железа (III) гексагональной структуры (гематит), порошкообразный материал краснокоричневого или темно-красного цвета. Химическая формула Fe₂O₃. Влажность менее 1 %. Насыпная плотность 1,0–1,1 г/см³. Плотность 5,0–5,1 г/см³. Форма частичек сферическая.

Были использованы следующие установки:

Бисерная мельница лабораторная состоит из станины 1, асинхронного трёхфазного двигателя 2 с частотой оборотов 1350 об/мин, к которому подсоединяется рабочий стакан 5 с крышкой 6, закрепляется хомутом 4. Рабочий стакан 5 оснащен рубашкой охлаждения, а также патрубками водоснабжения и водоотведения, по которым циркулирует хладоноситель (вода) от циркуляционного насоса 7 через трубки. Крышка стакана 6 оснащена валом, на котором закреплены диски. Диски имеют 4 симметрично расположены отверстия. Крышка оснащена пробоотборником с ситовым патроном, который завинчивающейся на резьбу.

Рабочие тела – бисер из стекла диаметром 2 мм.

Электронный термометр ТРМ-10. Диапазон измерения температур от -50° С до +100°С. Дискретность измерения 0,1° С. Погрешность измерения max 2 %. Установлено 2 датчика на вход и выход воды из рубашки рабочей камеры.

Трёхфазный мультиметр CNFAJ Intelligent Power Meter. Измеряет такие электрические параметры: трехфазное напряжение, трехфазный ток, активная мощность, реактивная мощность, частота и т.д. Класс точности 0,5. Частота 40–60 Гц, точность 0,1 Гц.

Гранулометрический состав определяли с помощью программного обеспечения.

Бисерная мельница работала с водяным охлаждением циркуляционным способом, показания приборов снимали каждые 30 секунд на протяжении 33 минут. Масса продукта составляла 200 грамм, масса рабочих тел – 400 грамм, а расход воды – 0,03 кг/сек.

Общую удельную энергию на процесс измельчения считали так: полученное уравнение процесса (функцию зависимости) мощности от времени, подставлено в интегральное выражение (формула (1)). Тепловую энергию рассчитали аналогичным способом, получением функции зависимости тепловой энергии от времени (формула (2)).

$$E_{ts} = \int_{\tau_0}^{\tau_k} F(\tau), \quad (1)$$

$$E_{ts} = \int_{\tau_0}^{\tau_k} F(\tau). \quad (2)$$

Схема установки представлена на рисунке 1.

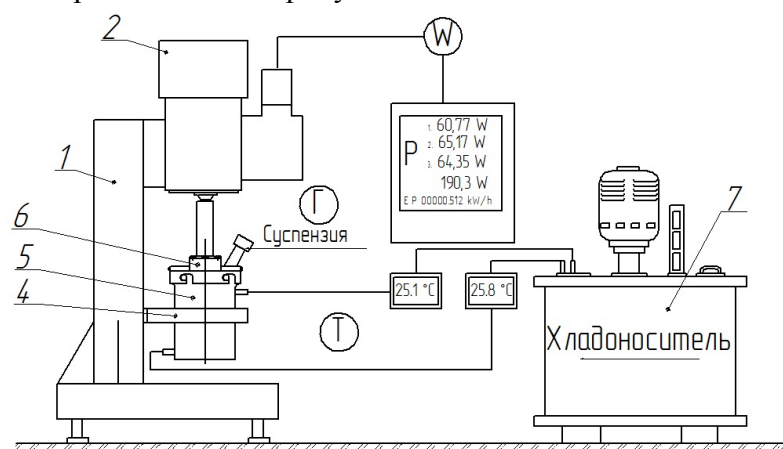


Рисунок 1. Экспериментальная установка

W – измерение мощности; T – измерение температуры; Г – определение размера частиц

Результаты исследования представлены на графиках ниже.

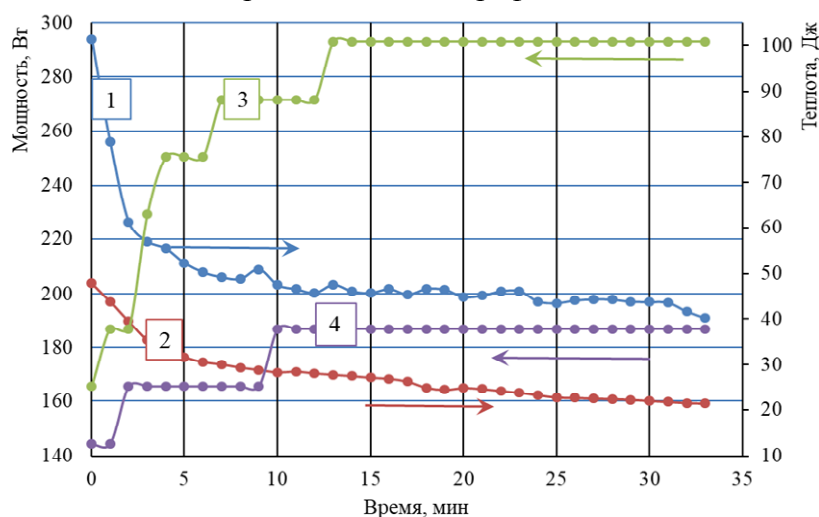


Рисунок 2. Изменение мощности (Вт) и теплоты (Дж) во времени

- 1 – мощность, которая тратится на измельчение суспензии, Вт;
- 2 – мощность, которая тратится на перемешивание касторового масла, Вт;
- 3 – теплота, которая выделяется при измельчении, Дж;
- 4 – теплота, которая выделяется при перемешивании касторового масла, Дж

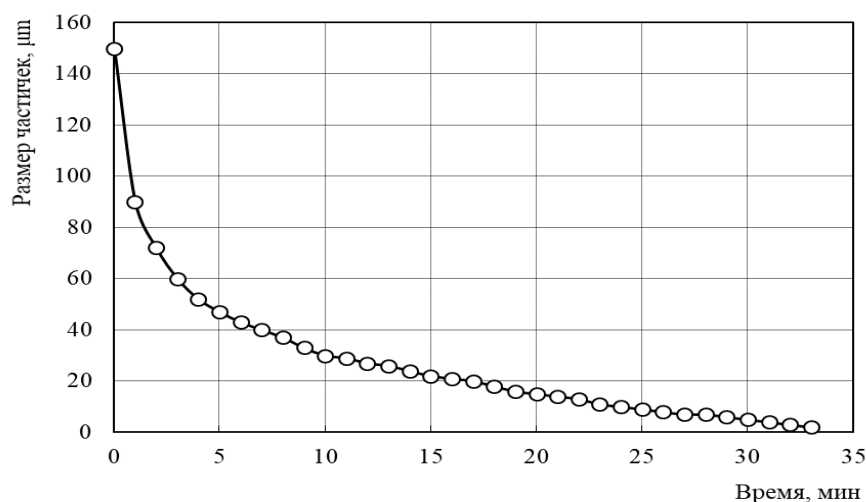


Рисунок 3. Влияние времени измельчения на крупность частичек суспензии, мкм

Наиболее интенсивные изменения происходят в течение первых 5–10 минут опыта, где наблюдается интенсивное уменьшение частиц пигмента красного 120 железистоокисного, вследствие чего выделяется избыточная энергия, а также преодоление совокупности вредных сопротивлений, связанных с опорами самого продукта и моментами инерции.

Расчеты тепловой энергии и общей удельной энергии показывают, что процесс сверхтонкого измельчения – это очень высокоэнергетический процесс.

Таблица 1. Сравнительный анализ энергетических параметров

| Название | Полученная формула (удельная энергия) | Полученная формула (тепловая энергия) | Общая удельная энергия, Дж | Тепловая энергия, Дж |
|------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| Касторовое масло | $-6,623 \ln(\tau)+185,34$ | $4,2432 \ln(\tau)+23,313$ | $5,5714 \cdot 10^3$ | $1,1194 \cdot 10^3$ |
| Суспензия | $-12,56 \ln(\tau)+236,38$ | $12,187 \ln(\tau)+60,475$ | $6,7664 \cdot 10^3$ | $3,04 \cdot 10^3$ |

Непосредственно на сам процесс измельчения твердой фазы в суспензии энергии расходуется меньше 1 %. Эти расходы находятся в пределах погрешности приборов и ее сложно учесть отдельно. Большая часть энергии приходится на работу, затрачиваемую на перемешивание системы «бисер-продукт» и работу, расходуется на нагрев структурных компонентов продукта и взаимодействующих с ними частей мельницы, которые, в свою очередь, зависят от реологических свойств суспензии. Это обязательно нужно учитывать при моделировании и ведении процесса от одного типа продукта к другому. Чем меньше размер частиц и более высокая вязкость суспензии, которую необходимо измельчить, тем больше энергия, необходимая для проведения процесса, и тем больше тепла будет выделяться.

Список использованной литературы

1. Hrininh K. Energy parameters of ultrafine grinding of pharmaceutical and cosmetic ingredients in the bead mill / K. Hrininh, O. Gubenia // Proceedings of University of Ruse. – 2020. – 59(10.3). – pp. 40–44.
2. Mechanical production and stabilization of submicron particles in stirred media mills / Mende S., Stenger F., Peukert W., Schwedes J. // Powder technology. – 2003. – №132. – pp. 64–73.
3. Mende S. Mill performance matched to the task. Throughput enhanced by optimizing cooling and disc configuration / S. Mende, M. Rapl // European Coatings Journal. – 2014. – №12. pp. 88–91.

4. Грининг К.Р. Установление энергетических особенностей процесса сверхтонкого измельчения в лабораторной бисерной мельнице / К.Р. Грининг, Р.В. Гордейчук, О.О. Губеня // Мировая экономика и бизнес-администрирование малых и средних предприятий: мат. 16-го Межд. науч. семинара, проводимого в рамках 18-ой Международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике» 26 марта 2020 года, Минск, Респ. Беларусь; – Минск: Право и экономика, 2020. – 240 с. – С. 214–216.

УДК 637.531.45

**Груданов В.Я., доктор технических наук, профессор,
Белохвостов Г.И., кандидат технических наук, доцент, Дацук И.Е.**
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В МАШИНАХ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ

На мясоперерабатывающих предприятиях агропромышленного комплекса (АПК) Республики Беларусь широко эксплуатируются машины для измельчения мясного сырья, при этом операции, связанные с измельчением (резанием) мяса, составляют более 70 % в технологическом процессе переработки животного сырья.

Принципиальная конструкция мясорубки (волчка) и ее режущего механизма была впервые предложена в Англии более 120 лет назад. Однако опыт эксплуатации мясорубок и волчков показывает, что их режущие инструменты имеют ряд весьма существенных недостатков, в частности, наблюдается недостаточная эксплуатационная надежность и недолговечность конструкций ножей и решеток.

Поэтому проблемы повышения надежности и долговечности режущих инструментов и узлов сегодня представляются наиболее актуальными.

Необходима новая концепция в подходах и принципах конструирования энерго-ресурсосберегающих и высокоэффективных в части производительности, эксплуатационной надежности, долговечности, а также максимально унифицированных режущих инструментов, и для ее разработки целесообразно использовать закономерности и свойства теории чисел [1]. При этом достигаются наилучшие массовые, габаритные и энергетические характеристики. Здесь же открываются широкие возможности для унификации и стандартизации узлов и деталей при их высокой компактности и интегрирования вновь создаваемого объекта в мировую систему конструирования новой техники [2].

Основная инновационная идея проекта: при совершенствовании важнейших параметров рабочих органов машин для измельчения мяса используется метод, основанный на использовании теории предпочтительных чисел [3].

Новый режущий инструмент используется взамен серийного, но обладает повышенной износостойкостью и долговечностью, повышает качество измельчения, увеличивает производительность машины при стабильности энергозатрат.

Предназначен для высококачественного измельчения мясного сырья в волчках типа К6-ФВЗП-200 и МП-160 на мясоперерабатывающих предприятиях при производстве колбасных изделий.

В комплект поставки режущих инструментов входят:

- ножи двухсторонние крестовидные – 2 шт.;
- решетка приемная (подрезная) – 1 шт.;
- решетка ножевая с отверстиями диаметром 25 мм – 1 шт.;
- решетка ножевая с отверстиями диаметром 16 мм – 1 шт.;